

# Method of controlling a multi-axis machine tool

**Patent number:** DE19545083  
**Publication date:** 1997-06-05  
**Inventor:** BRAKELMANN MICHAEL (DE); KAMIETH RALF (DE)  
**Applicant:** GRUNDIG EMV (DE)  
**Classification:**  
- international: **G05B19/414; G05B19/414;** (IPC1-7): G05B19/19  
- european: G05B19/414A  
**Application number:** DE19951045083 19951204  
**Priority number(s):** DE19951045083 19951204

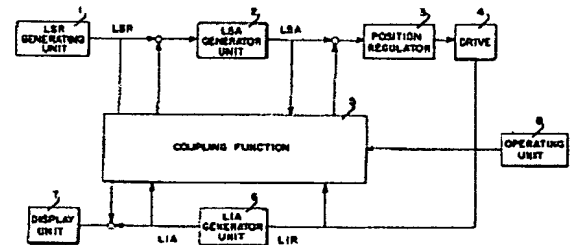
Also published as:

WO9721155 (A1)  
EP0866995 (A1)  
US6249102 (B1)  
EP0866995 (B1)

Report a data error here

## Abstract of DE19545083

The invention concerns a method of controlling a multi-axis machine tool, in particular for adjusting the positions of the individual axes as a function of at least one other axis or external parameters. A method of this type is to be improved by offering the user the possibility of himself adapting the control system to predetermined requirements. According to the invention, this object is achieved in that each axis is provided with a coupling function which can be programmed by the machine tool operator. The coupling function can be activated only when the references for all the axes involved in the coupling operation have been determined.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO,**

---



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 45 083 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 05 B 19/19**

⑳ Aktenzeichen: 195 45 083.3  
㉑ Anmeldetag: 4. 12. 95  
㉒ Offenlegungstag: 5. 6. 97

DE 195 45 083 A 1

㉓ Anmelder:  
Grundig E.M.V. Elektro-Mechanische  
Versuchsanstalt Max Grundig GmbH & Co. KG,  
90762 Fürth, DE

㉔ Erfinder:  
Brakelmann, Michael, 30900 Wedemark, DE;  
Kamieth, Ralf, 30938 Burgwedel, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 44 20 598 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Steuerung einer mehrachsigen Werkzeugmaschine

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer mehrachsigen Werkzeugmaschine, insbesondere zur Lage-  
regelung der einzelnen Achsen in Abhängigkeit von minde-  
stens einer anderen Achse oder von externen Parametern.  
Ein derartiges Verfahren soll in der Weise verbessert  
werden, daß dem Anwender die Möglichkeit geboten wird,  
eine Anpassung der Steuerung an vorgegebene Anforderun-  
gen selbst durchzuführen.  
Dies wird gemäß der Erfindung erreicht, indem für jede  
Achse eine Koppelfunktion vorgesehen wird, die vom Bedie-  
ner der Werkzeugmaschine programmiert werden kann,  
wobei die Koppelfunktion erst aktiviert werden kann, wenn  
alle an der Kopplung beteiligten Achsen referenziert wurden.

DE 195 45 083 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer mehrachsigen Werkzeugmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

- Bei der Steuerung von Werkzeugmaschinen ist es notwendig, einzelne Achsen in Abhängigkeit von externen Ereignissen, beispielsweise Temperatur, oder von anderen Achsen zu steuern. Bekannte Werkzeugmaschinensteuerungen werden vom Hersteller der Werkzeugmaschine bzw. vom Steuerungshersteller mit den entsprechenden Funktionen ausgestattet. D.h. der Hersteller von Steuerungen entwickelt die Steuerung auf den Anwendungsfall bezogen bzw. bei vorhandenen Steuerungen sind Änderungen vom Hersteller vorzunehmen, wenn sich der Anwendungsfall ändert.

Dies hat zur Folge, daß der Kunde bereits bei einem Auftrag für eine Steuerung den Anwendungsfall möglichst genau zu beschreiben hat bzw. bei Änderungen auf den Hersteller der Steuerung zurückgreifen muß.

- Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Steuerung einer Werkzeugmaschine anzugeben, bei dem der Anwender eine Anpassung an den aktuell vorliegenden Anwendungsfall innerhalb bestimmter Grenzen selbst vornehmen kann.

Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

- Gemäß der Erfindung wird für jede Achse einer Werkzeugmaschine eine Koppelfunktion vorgesehen, die vom Bediener programmiert werden kann.

Die Ausführung der Koppelfunktion ist dabei solange gesperrt, bis alle an der Kopplung beteiligten Achsen referenziert wurden, d. h. bis zumindest die Positionen der beteiligten Achsen oder ihre relative Lage zueinander bestimmt ist.

- Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß der Endanwender einer Werkzeugmaschine die Steuerung noch beeinflussen kann. Dadurch können Änderungen in den Anforderungen schnell und flexibel vor Ort durchgeführt werden. Schutz vor Schaden bei der Bearbeitung von Werkstücken durch die Werkzeugmaschine wird dadurch erreicht, daß alle an einer Koppelfunktion beteiligten Achsen hinsichtlich ihrer Position definiert sein müssen, bevor die Koppelfunktion ausgeführt werden kann.

- Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Koppelfunktion jeder Achse aus einer vorgebaren Anzahl von Basisoperationen aufgebaut. Es hat sich als ausreichend erwiesen, die Anzahl der Basisoperationen auf 10 festzulegen, wobei sich die Anzahl je nach vorgesehener Anwendung auch erhöhen oder erniedrigen kann.

- Jede Basisoperation weist mindestens einen Quelloperanden und einen Zieloperanden auf und beinhaltet einen Operator. Auf diese Weise können funktionale Zusammenhänge zwischen verschiedenen Achsen oder Abhängigkeiten von vorgegeben externen Variablen oder Konstantwerten, beispielsweise Master-Slave-Beziehungen oder Temperaturabhängigkeiten, auf einfache Weise vom Anwender programmiert werden. Funktionen höherer Ordnung können durch zwei oder mehrere einzelne Basisoperationen realisiert werden.

- Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß jede Basisfunktion über zwei Parameter definiert wird. Der erste Parameter enthält die Quelloperanden, einen Zieloperanden und den Operator. Der zweite Parameter enthält einen direkten Eingabewert für einen Quelloperanden. Falls kein direkter Eingabewert für die Basisoperation vorhanden ist, ist der zweite Parameter auf Null gesetzt.

Im folgenden wird die Erfindung an Hand der Figur erläutert.

Die Figur zeigt ein Blockdiagramm, das angibt, wie die Koppelfunktion in die Steuerung der Werkzeugmaschine eingebaut ist.

- Der Funktionsblock 5, der die Koppelfunktionen angibt, stellt eine funktionale Beziehung der Lageistwerte zu den Lagesollwerten dar. Die Koppelfunktionen werden über eine Bedieneinheit 8 eingegeben.

- In der Einheit 1, die ein Teil der Werkzeugmaschinensteuerung ist, werden relative Sollwerte LSR zur Steuerung einer Achse erzeugt. Diese relativen Sollwerte werden in der Einheit 2 in absolute Sollwerte LSA überführt und an eine Lageregler 3 ausgegeben, der einen Antrieb 4 ansteuert. Aus den Bewegungen des Antriebs werden relative Lageistwerte LTR gewonnen, die in einer Einheit 6 in absolute Lageistwerte LIA überführt werden. In einer Anzeigeeinheit 7 werden maschinen- und programmbezogene Daten dargestellt.

Durch die Koppelfunktion 5 werden für den speziellen Anwendungsfall vom Anwender eingegebene Beziehungen zwischen aufeinanderfolgenden Lagesollwerten, Lageistwerten und Lagesollwerten oder Abhängigkeiten von Lagesollwerten von direkten oder variablen Werten realisiert.

- Im folgenden wird die Anwendungsmöglichkeit der Koppelfunktionen an Hand von einfachen Beispielen erläutert.

Ein häufig vorkommender Anwendungsfall ist die Temperaturkompensation.

Bei der Temperaturkompensation werden absolute Lagesollwerte, d. h. Lagewerte, die auf den absoluten Maschinennullpunkt bezogen sind, verwendet.

- Bei der linearen Temperaturkompensation gilt folgende Gleichung:

$$L_{\text{soll}} = T_{\text{koeff}} \cdot L_{\text{esoll}}$$

$L_{\text{esoll}}$  ist dabei der von der Einheit 2 ausgegebene absolute Lagesollwert,  $T_{\text{koeff}}$  gibt den Temperaturkoeffizienten an und  $L_{\text{soll}}$  bezeichnet den an den Lageregler ausgegebenen Lagesollwert.

Die Basisoperation hat folgendes Aussehen:

	Parameter 1				Parameter 2
Basis-operation	Ziel-operand	Quell-operand 1	Quell-operand 2	Operator	Wert
1	L <sub>soll</sub>	L <sub>esoll</sub>	T <sub>koeff</sub>	Multiplikation	-

Im vorliegenden Fall besteht die Koppelfunktion aus einer einzigen Basisoperation, welche über einen Parameter definiert wird.

Dieser erste Parameter enthält den Zieloperanden, zwei Quelloperanden und einen Operator. Der zweite Parameter ist unbesetzt, da die Basisoperation keinen direkten Eingabewert, also keinen konstanten Koeffizienten enthält. Der Temperaturkoeffizient wird aus einem Variablenregister ausgelesen, dessen Adresse im Quelloperanden 2 angegeben ist.

Der Parameter 1 besteht in einer bevorzugten Ausführungsform aus einem 32 bit, d.h. 4 Byte langem Datenwort.

Byte 0 gibt den Zieloperanden, Byte 1 den Quelloperanden 1, Byte 2 den Quelloperanden 2 und Byte 3 den Operator an.

Die Belegung eines Byte erfolgt durch die Angabe eines dezimalen Wertes im Bereich zwischen 0 und 255.

Ein weiteres Anwendungsbeispiel ist die Master-Slave-Kopplung, bei der die logische Achse 1 als Slaveachse der Bewegung der logischen Achse 2 folgt.

Bei dieser Kopplung werden die relativen Positionswerte, d.h. die im letzten Arbeitszyklus zurückgelegten Wege der beteiligten Achsen in Beziehung gesetzt. Die Koppelfunktion weist wie im Fall der Temperaturkompensation eine einzige Basisfunktion auf, die wie folgt aufgebaut ist:

	Parameter 1				Parameter 2
Basis-operation	Ziel-operand	Quell-operand 1	Quell-operand 2	Operator	Wert
1	L <sub>sr1</sub>	L <sub>sr2</sub>	"direkt"	Multiplikation	const.

Mit L<sub>sr1</sub> ist der relative Lagesollwert der Achse 1, mit L<sub>sr2</sub> ist der relative Lagesollwert der Achse 2, und mit "direkt" ist ein direkter Koppelfaktor zwischen den Achsen bezeichnet.

Da es sich bei dem Koppelfaktor um einen direkten Eingabewert handelt, ist auch der Parameter 2 besetzt, der den Wert des Koppelfaktors enthält.

Ein Beispiel für eine Koppelfunktion mit zwei Basisoperationen ist im folgenden an Hand einer Temperaturkompensation mit einem Temperatur-Offsetwert beschrieben.

Diese Temperaturkompensation basiert auf der Beziehung

$$L_{soll} = T_{koeff} \cdot L_{esoll} + T_{const}$$

Die Koppelfunktion hat folgendes Aussehen:

	Parameter 1				Parameter 2
Basis-operation	Ziel-operand	Quell-operand 1	Quell-operand 2	Operator	Wert
1	Var1	L <sub>esoll</sub>	T <sub>koeff</sub>	Multiplikation	-
2	L <sub>soll</sub>	Var1	"direkt"	Addition	const.

In der ersten Basisoperation wird als Zieloperand eine Variable Var1 berechnet, die sich aus der Multiplikation des Temperaturkoeffizienten  $T_{\text{koef}}$  und dem von der Steuerung vorgegebenen Lagesollwert ergibt. In der  
 5 zweiten Basisoperation wird der an die Lageregelung aus gegebene Lagesollwert berechnet, der sich durch Addition der Variablen Var1 mit einem direkten Eingabewert, der den Temperaturoffset angibt, ergibt.

#### Patentansprüche

- 10 1. Verfahren zur Steuerung einer mehrachsigen Werkzeugmaschine, insbesondere zur Lageregelung der einzelnen Achsen in Abhängigkeit von mindestens einer anderen Achse oder von externen Parametern, dadurch gekennzeichnet, daß für jede Achse eine Koppelfunktion vorgesehen wird, die vom Bediener der Werkzeugmaschine programmiert werden kann, wobei die Koppelfunktion erst aktiviert werden kann, wenn alle an der Kopplung beteiligten Achsen referenziert wurden.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Koppelfunktion einer Achse aus einer vorgegebenen Anzahl von Basisoperationen aufgebaut ist, wobei jede Basisoperation mindestens einen Quelloperanden, einen Zieloperanden und einen Operator enthält.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jede Basisoperation über zwei Parameter definiert wird, wobei der erste Parameter die Quelloperanden, einen Zieloperanden und den  
 20 Operator enthält und der zweite Parameter einen direkten Eingabewert für einen Quelloperanden enthält oder auf Null gesetzt ist, wenn kein direkter Eingabewert vorhanden ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

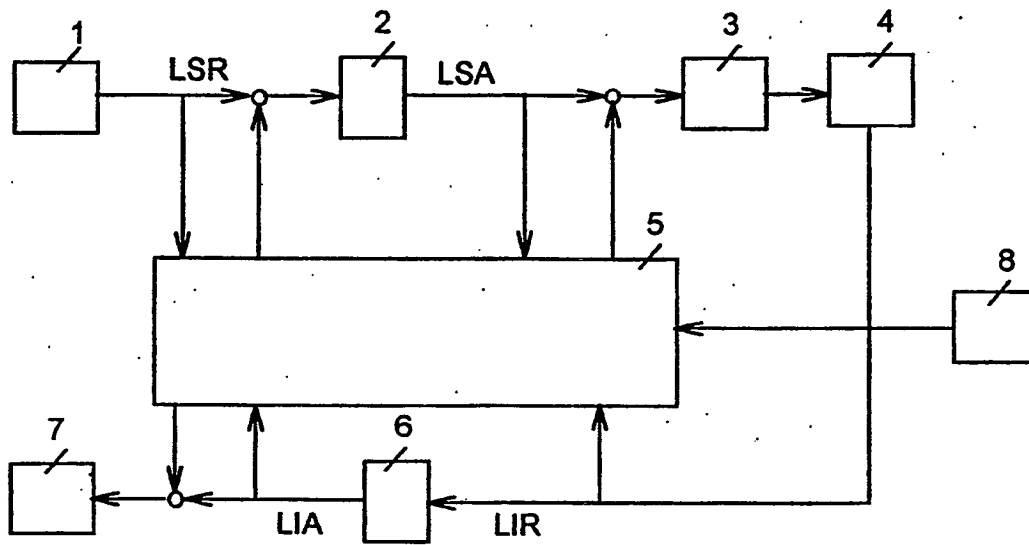
50

55

60

65

- Leerseite -



FIGUR